MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

ESPAÑA

(19) ES (11) (21) NUMERO 425.925 (10) A1

(22) FECHA DE PRESENTACION 3-5-74

P.- 57.480

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:

(31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
21187/73	4-5-73	Gran Bretaña

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C22C38/08	

(54) TITULO DE LA INVENCION

"UN METODO DE PRODUCIR UNA PIEZA COLADA PERFILADA"

(71) SOLICITANTE (S)

INTERNATIONAL NICKEL LIMITED

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Thames House, Millbank, Londres, S.W.1, Inglaterra

(72) INVENTOR (ES)

JOHN JEFFERSON MASON y PETER JOHN PENRICE

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ

LFG

UNE A-4 MOD. 3106

UTILICESE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

P.-57480

Esta invención se refiere a la producción de piezas coladas perfiladas a partir de aleaciones níquel-hierro de baja dilatación y endurecibles por envejecimiento, cuyas piezas coladas tienen características de alta resistencia mecánica y baja dilatación térmica a temperaturas de servicio de hasta aproximadamente 600ºC.

Se sabe que ciertas aleaciones níquel-hierro tienen un coeficiente de dilatación térmica notablemente bajo, tales como, por ejemplo, una aleación de 36% de níquel y 64% de hierro que tiene un coeficiente de dilatación térmica que se aproxima a cero dentro del intervalo de temperatura que va desde 0 a alrededor de 200ºC. Tales aleaciones níquel-hierro de baja dilatación conocidas presentan, sin embargo, baja resistencia mecánica a temperaturas comprendidas entre 20 y 600ºC, y se sabe también que la resistencia mecánica puede aumentarse por adición a las aleaciones de un elemento tal como titanio, y envejecimiento posterior.

El titanio se ha añadido por regla general en cantidades comprendidas entre 0,75% y 2,5% en peso para aumentar la resistencia mecánica de artículos forjados a partir de tales aleaciones, y los autores de la presente invención han encontrado que para conseguir un aumento de resistencia mecánica a niveles comparables en los artículos colados a partir de tales aleaciones es preciso añadir una cantidad de titanio bastante mayor, a saber, comprendida entre 1,5 y 5% en peso de titanio. Sin embargo, como es bien sabido, el aumento de resistencia mecánica resultante de las adiciones de titanio se logra a expensas del bajo coeficiente de dilatación térmica, el cual se ve in-

crementado en proporción al contenido creciente de titanio de la aleación.

Sorprendentemente, los autores de la presente invención han encontrado ahora que puede conseguirse un equilibrio óptimo entre una resistencia mecánica alta y un coeficiente de dilatación térmica bajo, a temperaturas comprendidas dentro del intervalo de 20 a 300ºC en una pieza colada de aleación níquel-hierro preferiblemente envejecida, reforzada con titanio, relacionando los contenidos de níquel, titanio y cobalto y un contenido opcional de niobio en la masa fundida de la aleación con arreglo a una correlación específica.

De acuerdo con la invención, se proporciona un método de producir una pieza colada perfilada que tiene, cuando se ha endurecido por envejecimiento, un coeficiente de dilatación térmica entre 20 y 300ºC menor de 5 x 10^{-6}/ºC y un límite convencional de resistencia al 0,2% a 20ºC mayor de 350 N/mm^2, que incluye las operaciones de hacer, al aire, en una atmósfera inerte o bajo vacío, una masa fundida que contiene, en peso, de 27 a 47% de níquel, de 5 a 16% de cobalto, de 1 a 4% de titanio sin combinar, de 0 a 1,5% de niobio, de 0 a 0,1% de carbono, de 0 a 0,3% de silicio, de 0 a 0,4% de manganeso, de 0 a 0,2% de aluminio y de 0 a 0,1% de magnesio, siendo hierro el resto, a excepción de las impurezas, mantener en la masa fundida los contenidos de níquel, cobalto, titanio sin combinar y niobio tales que % Ni + 0,7 (%Co) - 1,25 [%Ti + 0,35 (%Nb)] - 2(%Ti)/(%Ti + %Nb) = 37 a 39 para asegurar las propiedades deseadas de dilatación térmica y de límite convencional de resistencia al 2%, y colar la masa fundida

al aire, en una atmósfera inerte o bajo vacío para dar una pieza colada perfilada.

La presencia de silicio, manganeso, magnesio y/o aluminio es particularmente ventajosa cuando la masa fundida se prepara en presencia de aire.

En las piezas coladas producidas de acuerdo con el método de la invención, se prefiere que el contenido de níquel sea de 32 a 38%, que el contenido de cobalto sea de 7 a 14%, que el contenido de titanio sin combinar sea de 1,5 a 3,5%, que el contenido de carbono no exceda de 0,04%, y que el contenido de manganeso no exceda de 0,3%.

Preferiblemente, las piezas coladas producidas de acuerdo con el método de la invención contienen de 36,5 a 37,5% de níquel, de 7,5 a 8,5% de cobalto, de 1,9 a 2,2% de titanio sin combinar y de 0,3 a 0,6% de niobio.

Más preferiblemente, las piezas coladas producidas de acuerdo con el método de la invención contienen 37% de níquel, 8% de cobalto, 2% de titanio sin combinar, 0,5% de niobio, no más de 0,04% de carbono, no más de 0,3% de silicio, no más de 0,2% de aluminio y no más de 0,3% de manganeso.

La consecución de una resistencia mecánica elevada en las piezas coladas producidas de acuerdo con la invención depende del endurecimiento por precipitación debido a la formación de un precipitado, $Ni_3(Ti)$, cuando se envejece la pieza colada a temperatura elevada, y el titanio combinado con carbono no pasa a formar parte de este precipitado. Por esta razón, es el contenido de titanio que no está combinado con carbono (al que se hace referencia en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas como

"titanio sin combinar") que es el que tiene importancia, y la cantidad total de titanio excede preferiblemente de la cantidad sin combinar en cuatro veces el peso del contenido de carbono, el cual no debe exceder por sí mismo de 0,1% y preferiblemente no debería exceder de 0,04%, p.ej., 0,02% ó 0,002%.

El tratamiento de envejecimiento se lleva a cabo preferiblemente en el intervalo de temperatura de 550 a 700ºC durante un período de tiempo comprendido dentro del intervalo que va desde 1 a 24 horas, dependiendo la temperatura óptima del contenido de titanio sin combinar en la aleación. Para los niveles más bajos de contenido de titanio sin combinar, pueden conseguirse las propiedades óptimas después de un tratamiento térmico comprendido en el extremo inferior del intervalo de temperaturas, p.ej. entre 575 y 625ºC durante aproximadamente 24 horas, mientras que para niveles más altos de contenido de titanio sin combinar proporcionaría las propiedades óptimas un tratamiento térmico de aproximadamente 24 horas en el extremo superior del intervalo de temperaturas, p.ej., entre 625 y 675ºC, y preferiblemente a 650ºC durante 24 horas.

Un tratamiento térmico de 5 horas a 650ºC da como resultado un coeficiente de dilatación ligeramente más alto y un límite convencional de resistencia ligeramente más bajo pero, cuando estas propiedades ligeramente inferiores son aceptables, puede ser comercialmente más aceptable un tratamiento térmico de 5 horas a 650ºC. De hecho, se pueden conseguir propiedades de alta resistencia mecánica y baja dilatación adecuadas para ciertas aplicaciones sin un tratamiento térmico de envejecimiento separado, si la pieza

colada tiene una sección suficientemente grande y se enfría de un modo suficientemente lento a lo largo del intervalo de temperaturas de envejecimiento. Por regla general, el endurecimiento por envejecimiento se puede aplicar a piezas coladas tal como resultan de la operación de colada, pero, si se desea, puede ir precedido por un calentamiento de solubilización.

Se cree que la resistencia a la tracción de las piezas coladas producidas de acuerdo con la invención es función del contenido de titanio sin combinar. Se requiere un nivel de titanio sin combinar aproximdamente doble en las piezas coladas envejecidas para dar resistencias mecánicas comparables a las de aleaciones semejantes por lo demás en el estado forjado y envejecido. Por ejemplo, una aleación a base de hierro que contuviese nominalmente 34% de níquel y 13% de cobalto requeriría aproximdamente 3% de titanio sin combinar para conseguir en el estado colado la resistencia mecánica alcanzada en el estado forjado por la misma aleación a base de hierro que contuviera aproximadamente 1,5% de titanio. Las piezas coladas producidas por el método de la invención se fabrican a partir de aleaciones que tienen que contener titanio sin combinar en una cantidad comprendida entre 1 y 4% en peso, preferiblemente entre 1,5 y 3,5%, y más preferiblemente entre 1,7 y 2,7%, siendo lo más preferible que dicha cantidad esté comprendida entre 1,9 y 2,2%. Contenidos de titanio sin combinar inferiores a 1% reducen la resistencia mecánica de la pieza colada, y contenidos de titanio sin combinar mayores de 4% reducen inaceptablemente la ductilidad de la pieza colada y aumentan la fragilidad.

Aun cuando el niobio no es esencial para la obtención de las propiedades requeridas, puede añadirse a la masa fundida de la aleación en una cantidad de hasta 1,5% para ayudar a la consecución de propiedades mecánicas satisfactorias en piezas coladas producidas de acuerdo con la invención.

El contenido de níquel de las piezas coladas producidas de acuerdo con la invención es de 27 a 47%. Más de 47% de níquel eleva indeseablemente el coeficiente de dilatación, y menos de 27% de níquel hace que aumente también el coeficiente de dilatación hasta niveles inaceptables. La correlación entre los contenidos de níquel y de titanio sin combinar es crítica si ha de conseguirse el equilibrio deseado de propiedades de resistencia mecánica y dilatación baja entre 20 y 300ºC. A este fin, los contenidos de níquel, cobalto, titanio sin combinar y niobio de la masa fundida a partir de la cual se produce una pieza colada de acuerdo con el método de la invención, tienen que satisfacer la correlación siguiente:

$$\%Ni + 0,7(\%Co) - 1,25\ \%Ti + 0,35(\%Nb) - 2(\%Ti)/(\%Ti + Nb) = 37 \text{ a } 39$$

Las piezas coladas envejecidas que no satisfagan la correlación precedente, si bien posiblemente tengan un límite convencional de resistencia al 0,2% a 20ºC mayor de 350 N/mm^2 dependiendo de su contenido de titanio, no tendrán el coeficiente de dilatación térmica deseado menor de 5 x 10^{-6}/ºC entre 20 y 300ºC.

Así, los experimentos han demostrado que para piezas coladas de aleaciones a base de hierro que contienen nominalmente 2,5% de titanio y 13,5% de cobalto, es necesa

rio que tengan un contenido de níquel comprendido entre aproximadamente 32,5% y aproximdamente 34,5% con el fin de mantener en el estado colado y envejecido un coeficiente medio de dilatación térmica comprendido entre 20 y 300ºC menor de 5 x 10^{-6}/ºC. Si el contenido de níquel cae por debajo de aproximdamente 32,5% en la pieza colada de aleación que contiene nominalmente 2,5% de titanio y 13,5% de cobalto, existe la posibilidad de la formación de martensita, la cual tiene un alto coeficiente de dilatación térmica, por enfriamiento o por trabajado en frío. Contenidos de níquel mayores de aproximdamente 34,5% en la pieza colada de aleación que tiene nominalmente 2,5% de titanio y 13,5% de cobalto dan como resultado coeficientes de dilatación térmica para la aleación resultante mayores que el valor deseado de 5 x 10^{-6}/ºC. Preferiblemente, las piezas coladas producidas de acuerdo con la invención se fabrican a partir de masas fundidas que contienen de 32 a 38% de níquel y más preferiblemente de 36,5 a 37,5% de níquel, p.ej. 37% de níquel.

Las piezas coladas producidas de acuerdo con la invención tienen que fabricarse a partir de masas fundidas que contiene de 5 a 16% de cobalto. El cobalto reduce el coeficiente de dilatación térmica, particularmente en el intervalo de temperaturas de 300 a 600ºC, pero si el contenido de cobalto excede de 16% el coeficiente de dilatación puede aumentar. Preferiblemente, el contenido de cobalto estará comprendido dentro del intervalo de 7 a 14%, lo más preferiblemente en el intervalo de 10 a 15%, y ventajosamente en el intervalo de 7,5 a 8,5%, p.ej., 8%.

Las piezas coladas producidas de acuerdo con la

invención pueden, si se requiere, ser piezas coladas a la cera perdida de formas complicadas con propiedades superficiales satisfactorias que requieren poco o ningún mecanizado superficial antes de su empleo. Las piezas coladas de níquel-hierro (-cobalto) que no están reforzadas son propensas al agrietamiento superficial debido en parte a "fragilidad en caliente" y en parte a una resistencia deficiente a la oxidación. La presencia de tales grietas puede limitar o reducir severamente las propiedades mecánicas, tales como la duración útil a la fatiga, y su presencia es indeseable, particularmente en las piezas coladas a la cera perdida. La presencia de titanio en las piezas coladas de níquel-hierro (-cobalto) producidas por el método de la invención limita la incidencia del agrietamiento debido a la fragilidad en caliente y a una resistencia deficiente a la oxidación, y tales piezas coladas poseen acabados superficiales satisfactorios en comparación con las piezas coladas que carecen de titanio. Estas propiedades superficiales satisfactorias son particularmente apreciables en las piezas coladas producidas de acuerdo con la invención a partir de masas fundidas que contienen niveles altos de titanio sin combinar (p.ej., 2% y mayores).

Para obtener piezas coladas satisfactorias por el método de la invención es preferible controlar los contenidos de silicio, manganeso y aluminio de la masa fundida a partir de la cual se fabrica la pieza colada. Menos de 0,3%, y preferiblemente menos de 0,1% de silicio en las piezas coladas producidas de acuerdo con la invención, hace que la masa fundida se pueda colar más fácilmente al aire. Más de 0,3% de silicio puede incrementar la carga

unitaria a la tracción que produce un alargamiento remanente especificado, pero hace que aumente también indeseablemente el coeficiente de dilatación.

El manganeso facilita la desoxidación, la susceptibilidad de colada y el límite convencional de resistencia, pero a expensas de un aumento de la dilatación, y por esta razón el contenido de manganeso no debe exceder de 0,4%, y para propiedades óptimas de límite convencional de resistencia y de dilatación preferiblemente no debería exceder de 0,3%.

El aluminio contribuye a la producción de piezas coladas robustas por el procedimiento de fusión al aire y colada al aire, pero no debe estar presente en cantidades mayores del 0,2%, ya que de lo contrario aumenta el coeficiente de dilatación. Preferiblemente, para propiedades óptimas de límite convencional de resistencia y de dilatación, el contenido de aluminio no debería exceder de 0,1%.

Aun cuando se pueden producir piezas coladas por el método de la invención por fusión al aire y colada al aire, se prefiere fundir en el vacío o en atmósfera inerte. Si las masas fundidas producidas al aire o en atmósfera inerte se utilizan para la fabricación de piezas coladas de acuerdo con el método de la invención, la masa fundida debería contener preferiblemente no más de 0,1% de magnesio a fin de evitar el desprendimiento de gases y la porosidad en la pieza colada. El magnesio se añade convenientemente como un desoxidante final en la forma de Ni-Mg.

Para una mejor comprensión de la invención, debe hacerse referencia a los Ejemplos que siguen.

EJEMPLO I

Una Aleación 1 cuya composición en peso era 33% de níquel, 13,4% de cobalto, 2,5% de titanio sin combinar, menos de 0,002% de carbono,

$$\%Ni + 0,7(\%Co) - 1,25/\%Ti + 0,35(\%Nb) - 2(\%Ti)/(\%Ti + \%Nb) = 37,26,$$

y el resto, aparte de las impurezas, era hierro, se fundió a vacío y se coló a la cera perdida a vacío a 1500ºC para dar una pieza colada de acuerdo con el método de la invención. Se sometió la pieza colada a un tratamiento térmico de envejecimiento a 650ºC durante 24 horas y, cuando se ensayó, arrojó las propiedades que se muestran en las Tablas 1 y 2.

TABLA 1

Temperatura de ensayo (ºC)	Propiedades de Tracción (N/mm^2) C.R.T. (1)	L.C.R. al 0,2% (2)	Alargamiento (%)
20	890	750	4
500	610	500	9

(1) Carga de Rotura por Tracción

(2) Límite convencional de resistencia al 0,2%

N/mm^2 = Newtons por milímetro cuadrado.

TABLA 2

Intervalo de Temperatura de Ensayo (ºC)	Coeficiente de Dilatación Térmica ($x10^{-6}$/ºC)
20 - 100	4,2
20 - 200	3,8
20 - 300	3,9
20 - 400	5,5
20 - 500	7,4
20 - 600	9,1

De los resultados del Ejemplo I puede deducirse que una pieza dolada producida de acuerdo con la invención, una vez endurecida por envejecimiento, tendría un coeficiente de dilatación térmica en el intervalo de 20 a 300ºC menor de 5 x 10^{-6}/ºC y un límite convencional de resistencia al 0,2% a 20ºC mayor de 350 N/mm^2.

EJEMPLO II

Una Aleación 2 cuya composición nominal era, en peso, 37% de níquel, 8% de cobalto, 21% de titanio sin combinar, 0,002% de carbono,

$$\%Ni + 0,7(\%Co) - 1,25[\%Ti + 0,35(\%Nb)] - 2(\%Ti)/(\%Ti + \%Nb) = 37,97,$$

siendo el resto, a excepción de las impurezas, hierro, se funció a vacío y se coló a la cera perdida también a vacío para formar una pieza colada de acuerdo con el método de la invención. Se dió a la pieza colada un tratamiento térmico de envejecimiento a 650ºC durante 24 horas, y cuando se ensayó tenía las propiedades que se indican en las Ta-

blas 3 y 4.

TABLA 3

Temperatura de Ensayo (ºC)	Alargamiento (%)	Propiedades de Tracción (N/mm^2)	
		C.R.T.	L.C.R. al 0,2%
20	7	820	680
500	11	700	490

TABLA 4

Intervalo de Temperatura de Ensayo (ºC)	Coeficiente de Dilatación Térmica ($x10^6/ºC$)
20 - 100	4,6
20 - 200	4,3
20 - 300	4,3
20 - 350	4,6
20 - 400	5,6
20 - 500	7,7
20 - 600	9,4

Los resultados del Ejemplo II vuelven a mostrar que una pieza colada producida de acuerdo con la invención

tendría una vez endurecida por envejecimiento, un coeficiente de dilatación térmica en el intervalo de 20 a 300ºC menor de 5 x 10^{-6}/ºC y un límite convencional de resistencia al 0,2% a 20ºC mayor de 350 N/mm^2.

Un intervalo de composición de masa fundida particularmente preferido a partir del cual se pueden fabricar piezas coladas de acuerdo con el método de la invención es, en peso, de 36,5 a 37,5% de níquel, de 7,5 a 8,5% de cobalto, de 1,9 a 2,2% de titanio sin combinar, de 0,3 a 0,6% de niobio, no más de 0,04% de carbono, no más de 0,3% de silicio, no más de 0,2% de aluminio, no más de 0,3% de manganeso, siendo el resto, a excepción de las impurezas, hierro. Los resultados de los ensayos de una pieza colada fabricada a partir de una tal aleación se describen en el Ejemplo III siguiente.

EJEMPLO III

Una Aleación 3, cuya composición, en peso, era 37,3% de níquel, 7,9% de cobalto, 2,02% de titanio sin combinar, 0,54% de niobio, 0,002% de carbono, 0,05% de aluminio,

$$\%Ni + 0{,}7(\%Co) - 1{,}25\,[\%Ti + 0{,}35(\%Nb)] - 2(\%Ti)/(\%Ti + \%Nb) = 38{,}49,$$

siendo el resto, a excepción de las impurezas, hierro, se fundió a vacío y se coló a la cera perdida a vacío a una temperatura comprendida dentro del intervalo de 1500 a 1550ºC para dar una pieza colada de acuerdo con el método de la invención. La pieza colada se sometió a un tratamiento térmico de envejecimiento al aire a 650ºC durante 24 ho-

ras, y cuando se ensayó tenía las propiedades que se indican en las Tablas 5 y 6.

TABLA 5

Temperatura de Ensayo (ºC)	Propiedades de Tracción (N/mm^2) C.R.T.	L.C.R. al 0,2%	Alargamiento (%)
20	820	710	5
500	650	510	9

TABLA 6

Intervalo de Temperatura de Ensayo (ºC)	Coeficiente de Dilatación Térmica (x 10^6/ºC)
20 - 100	4,3
20 - 200	4,5
20 - 300	4,6
20 - 350	4,9
20 - 400	6,0

Los resultados del Ejemplo III indican claramente que una pieza colada producida de acuerdo con la invención tendría, una vez endurecida por envejecimiento, un coeficiente de dilatación térmica en el intervalo de 20 a 300ºC menor de 5 x 10^{-6}/ºC y un límite convencional de re-

sistencia al 0,2% a 20ºC mayor de 350 N/mm^2.

Las piezas coladas producidas de acuerdo con la invención son particularmente útiles para componentes estructurales que alcancen temperaturas elevadas durante su empleo y hayan de exhibir una tal combinación de baja dilatabilidad y alta resistencia mecánica a las temperaturas de trabajo. Tales componentes estructurales incluyen partes de maquinaria rotativa y alternativa, por ejemplo estatores y álabes de turbinas, en las cuales hayan de mantenerse tolerancias dimensionales estrictas en condiciones variables de temperatura que van desde la temperatura ambiente hasta 300ºC o aún más altas, por ejemplo hasta 500ºC. Estas exigencias se presentan en una forma particularmente acusada en maquinaria de propulsión de alta eficiencia para empleo en tierra, mar y aire. Como ejemplos de utilización de las piezas coladas producidas de acuerdo con la invención pueden citarse las coronas de pistones de motores diesel marinos, y materiales de molde para moldeo por colada del aluminio.

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Un método de producir una pieza colada perfi

lada que tiene, cuando se ha endurecido por envejecimiento, un coeficiente de dilatación térmica entre 20 y 300ºC menor de 5 x 10^{-6}/ºC y un límite convencional de resistencia al 0,2% a 20ºC mayor de 350 N/mm^2 , que incluye las operaciones de hacer, al aire, en una atmósfera inerte o bajo vacío, una masa fundida que contiene, en peso, de 27 a 47% de níquel, de 5 a 16% de cobalto, de 1 a 4% de titanio sin combinar, de 0 a 1,5% de niobio, de 0 a 0,1% de carbono, de 0 a 0,3% de silicio, de 0 a 0,4% de manganeso, de 0 a 0,2% de aluminio y de 0 a 0,1% de magnesio, siendo hierro el resto, a excepción de las impurezas, mantener en la masa fundida los contenidos de níquel, cobalto, titanio sin combinar y niobio tales que % Ni + 0,7 (%Co) - 1,25 [%Ti + 0,35 (%Nb)] - 2(%Ti)/(%Ti + %Nb) = 37 a 39 para asegurar las propiedades deseadas de dilatación térmica y de límite convencional de resistencia al 2%, y colar la masa fundida al aire, en una atmósfera inerte o bajo vacío para dar una pieza colada perfilada.

2ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el cual la cantidad total de titanio en la masa fundida excede de la cantidad de titanio sin combinar en cuatro veces el contenido de carbono.

3ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª o la reivindicación 2ª, en el cual el contenido de níquel de la masa fundida es de 32 a 38%, el contenido de cobalto es de 7 a 14%, el contenido de titanio sin combinar es de 1,5 a 3,5%, el contenido de carbono no excede de 0,04%, y el contenido de manganeso no excede de 0,3%.

4ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, en el cual la pieza colada perfi-

lada se fabrica a partir de una masa fundida que contiene de 1,7 a 2,7% de titanio sin combinar.

5ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, en el cual la pieza colada perfilada se fabrica a partir de una masa fundida que contiene de 36,5 a 37,5% de níquel, de 7,5 a 8,5% de cobalto, de 1,9 a 2,2% de titanio sin combinar, y de 0,3 a 0,6% de niobio.

6ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 5ª, en el cual la pieza colada perfilada se fabrica a partir de una masa fundida que contiene 37% de níquel, 8% de cobalto, 2% de titanio sin combinar, y 0,5% de niobio.

7ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, que incluye endurecer por envejecimiento la pieza colada calentándola dentro del intervalo de temperatura que va desde 550 a 700ºC durante un período de tiempo comprendido dentro del intervalo de 1 a 24 horas.

8ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 7ª, que incluye endurecer por envejecimiento la pieza colada calentándola a 650ºC durante 24 horas.

9ª.- Un método de producir una pieza colada perfilada.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de dieciocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 17 ABR. 1976

P.A.

Fernando de Elzaburu
Por Poder.

R.R.R.